



①9 **BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT**

①2 **Offenlegungsschrift**  
①0 **DE 197 56 459 A 1**

⑤1 Int. Cl.<sup>6</sup>:  
**B 60 J 5/00**  
B 60 J 5/04  
B 60 R 21/00

②1 Aktenzeichen: 197 56 459.3  
②2 Anmeldetag: 18. 12. 97  
④3 Offenlegungstag: 2. 6. 99

**DE 197 56 459 A 1**

⑥6 Innere Priorität:  
197 51 980. 6 25. 11. 97

⑦1 Anmelder:  
Wagon Automotive GmbH, 63857 Waldaschaff, DE

⑦4 Vertreter:  
Patentanwält Gethuysen, von Rohr, Weidener,  
Häkel, 45128 Essen

⑦2 Erfinder:  
Hock, Michael, Dipl.-Ing., 63762 Großostheim, DE

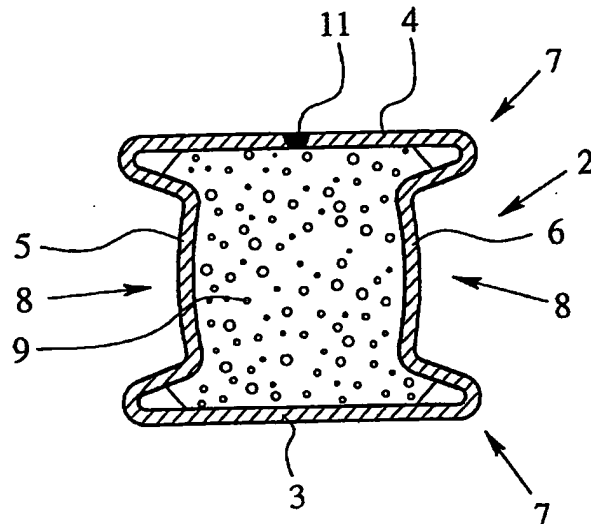
⑤6 Entgegenhaltungen:  
DE 37 09 489 C1  
DE 36 06 024 C2  
DE 43 03 435 A1  
DE 41 33 144 A1  
DE 2 96 22 985 U1  
US 55 80 120 A  
EP 05 77 007 B1  
EP 06 85 355 A1

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤4 **Aufprallträger für eine Kraftfahrzeugtür**

⑤7 Gegenstand der Erfindung ist ein Aufprallträger für eine Kraftfahrzeugtür (1), insbesondere für eine Seitentür eines Personenkraftwagens, in Form eines Kastenprofils (2), das in der Kraftfahrzeugtür (1) etwa in Längsrichtung des Kraftfahrzeugs mit beiden Enden so anbringbar ist, daß eine Profilwand (3) zum Innenraum des Kraftfahrzeugs und die gegenüberliegende Profilwand (4) nach außen weist, wobei sich zwischen beiden Profilwänden (3, 4) im wesentlichen senkrecht zu diesen verlaufende Querwände (5, 6) erstrecken. Die Aufprallenergie wird hier dadurch wesentlich effektiver in Verformungsenergie umgewandelt, daß die Festigkeiten und/oder Wandstärken des Kastenprofils (2) in den Profilwänden (3, 4), in den Querwänden (5, 6) und in den Übergängen (7) zwischen beiden sowie die genaue Querschnittsform des Kastenprofils (2) insgesamt so gestaltet sind, daß die bei einem Aufprall in Querrichtung auftretende Aufprallenergie wesentlich durch plastisches Zusammendrücken des Kastenprofils (2) in Querrichtung, insbesondere plastisches Verformen der Querwände (5, 6) des Kastenprofils (2), aufnehmbar ist. Zusätzlich wird Aufprallenergie durch Verformung um die Längsachse des Aufprallträgers absorbiert.



**DE 197 56 459 A 1**

**Best Available Copy**

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft einen Aufprallträger für eine Kraftfahrzeugtür, insbesondere für eine Seitentür eines Personenkraftwagens, mit den Merkmalen des Oberbegriffs von Anspruch 1.

Der Begriff der Kraftfahrzeugtür wird nachfolgend stellvertretend für alle Verschlüsselemente an Kraftfahrzeugen benutzt, soll also auch beispielsweise Hecktüren von Kraftfahrzeugen bezeichnen.

Aufprallträger der in Rede stehenden Art sind unter der Bezeichnung "Seitenaufprallschutz" in verschiedenen Ausführungsformen bekannt (z. B. jüngst DE-U-296 22 985). Der bekannte Aufprallträger, von dem die Erfindung ausgeht (DE-C-36 06 024) weist ein Kastenprofil aus, das aus einer Leichtmetalllegierung im Wege des Strangpressens einstückig hergestellt ist. Dieses Kastenprofil wird in der Kraftfahrzeugtür etwa in Längsrichtung des Kraftfahrzeugs verlaufend mit beiden Enden befestigt. Es soll bei einem Seitenaufprall die in Querrichtung auftretende Aufprallenergie soweit wie möglich in Verformungsenergie umsetzen und außerdem verhindern, daß die Kraftfahrzeugtür zu weit nach innen in den Innenraum des Kraftfahrzeugs hinein gewölbt wird. Dazu wird in das Kastenprofil des Aufprallträgers gegebenenfalls ein Zusatzprofil anderen Querschnittes eingelegt, insbesondere ein Zusatzprofil in Form eines Rohrs kreisförmigen Querschnittes.

Um ein Hineinwölben in den Innenraum des Kraftfahrzeugs soweit wie möglich zu verhindern, kann man vorsehen, daß das Kastenprofil insgesamt in Längsrichtung konturgebogen, also im eingebauten Zustand nach außen gewölbt ist. Dadurch kann das Kastenprofil der Wölbung der Außenseite der Kraftfahrzeugtür folgen. Das wiederum ermöglicht es, im besonders problematischen Mittelbereich den größtmöglichen Querschnitt für das Kastenprofil zu realisieren (EP-B-0 577 007).

Schließlich ist bei dem bekannten Aufprallträger vorgesehen, daß das Kastenprofil an den beiden Enden durch Abschrägen oder auf andere Weise an die Einbauräumkontur angepaßt ist. Gerade im Endbereich ist die Kraftfahrzeugtür häufig "dünner" als im Mittelbereich, außerdem befinden sich im Endbereich weitere Einbauten, die gegebenenfalls Einbauräum benötigen.

Bei dem bekannten Aufprallträger sind die Querwände von der äußeren Begrenzungslinie der Profilwände des Kastenprofils zurückgesetzt, und zwar um etwa 1/5 bis 1/6 der Höhe der Profilwände, so daß sich in den vier Eckbereichen ohrenartige Übergänge zwischen Profilwänden und Querwänden bilden. Dies soll beim Aufprall das Entstehen von Verformungen an den Querwänden verhindern.

Die voranstehenden Ausführungen zu dem bekannten Aufprallträger machen deutlich, daß bei dem aus dem Stand der Technik bekannten Aufprallträger das Ziel besteht, den Aufprallträger insgesamt in Querrichtung möglichst verformungssteif und sehr verwindungssteif auszuführen, so daß die Aufprallenergie überwiegend oder ausschließlich durch Längsverformung des Aufprallträgers aufgenommen wird. Der endseitig in dem Türrahmen befestigte (verschraubte oder verschweißte) Aufprallträger leitet bei Längsverformung die auftretenden Kräfte in den Türrahmen insgesamt und über Scharniere und Türschloß auch in die Säulen der Kraftfahrzeugkarosserie. Die Aufprallenergie wird also auf diese Weise in Verformungsenergie der gesamten Seitentür und des Türausschnittes der Kraftfahrzeugkarosserie umgeformt.

Aus weiterem Stand der Technik sind modifizierte Formen des zuvor erläuterten Aufprallträgers (DE-C-37 09 489), gekreuzte, stark ausgewölbte Diagonalstreben, die

sich beim Seitenaufprall strecken und dadurch Energie abbauen (EP-B-0 577 007) sowie relativ kompliziert geformte, rinnenförmige Profilschienen mit eingesetzten Verstärkungselementen (EP-A-0 685 355) bekannt. Allen ist die zuvor erläuterte Funktionsweise zur Umwandlung der Aufprallenergie in Verformungsenergie durch Längsverformung eigen.

Neben dem Problem, im Kollisionsfall die endseitigen Verbindungen des Aufprallträgers zum Türrahmen auch dann zu erhalten, wenn der Aufprallträger außerhalb seiner Längsmittlebene belastet wird (DE-U-296 22 985) ist bereits das Problem erkannt worden, daß bei hoher Belastung ein Bruch des Kastenprofils des Aufprallträgers auftreten kann, bei dem es sich letztlich um ein ganz unkontrolliertes Bauteilversagen handelt. Um einen solchen Bruch des Kastenprofils zu verhindern ist bereits vorgeschlagen worden, das Kastenprofil im Bereich der Längsmittle des Aufprallträgers mit Ausnehmungen zu versehen, um einen Bruch zu verhindern und eine gleichmäßige Verformung zu gewährleisten (DE-C-37 09 489). Ziel ist es auch in diesem Fall den Querschnitt des Kastenprofils während des Seitenaufpralls nicht zu verringern, nur ein Bruch aufgrund zu hoher Zugspannungen in den Randbereichen soll vermieden werden.

Bedenkt man, daß ein Seitenaufprall mit mehr als 50 km/h bei bundesdeutschen Crash-Tests vorausgesetzt wird, so besteht das unveränderte Bestreben, den Aufprallträger hinsichtlich der Umwandlung von Aufprallenergie in Verformungsenergie möglichst weitgehend zu verbessern.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen gattungsgemäßen Aufprallträger für eine Kraftfahrzeugtür so auszugestalten und weiterzubilden, daß möglichst viel Aufprallenergie auf konstruktiv wie einbautechnisch unproblematische Weise in Verformungsenergie umgewandelt wird.

Die zuvor aufgezeigte Aufgabe ist bei einem Aufprallträger für eine Kraftfahrzeugtür mit den Merkmalen des Oberbegriffs von Anspruch 1 durch die Merkmale des kennzeichnenden Teils von Anspruch 1 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen sind Gegenstand der Unteransprüche.

Die Erfindung löst sich von der Vorstellung des Standes der Technik, daß die Aufprallenergie nur durch Längsverformung des Aufprallträgers in Verformungsenergie umgesetzt werden muß. Diese Vorstellung ist maßgeblich von dem Eindruck geprägt, daß eine stärkere Verformbarkeit des Aufprallträgers in Querrichtung ein Eindringen des Aufprallträgers in den Innenraum begünstigen muß. Das ist aber bei richtiger Gestaltung des Aufprallträgers nicht der Fall. Vielmehr kann erreicht werden, daß Aufprallenergie in erheblichem Maße durch plastisches Zusammendrücken des Kastenprofils in Querrichtung aufgenommen wird. Bei dem erfindungsgemäßen Aufprallträger wird also eine erhebliche Energieaufnahme durch Querverformung erreicht. Diese wird systematisch zur Energieumwandlung in Verformungsenergie eingesetzt.

Zusätzlich wird mit der erfindungsgemäßen Maßnahme erreicht, daß dann, wenn die Querverformung erst zu einem relativ späten Zeitpunkt der Längsverformung einsetzt, gleichzeitig die Zugspannungen an der inneren Profilwand begrenzt werden, weil eben vor dem Auftreten eines Bruches die Querverformung einsetzt. Erfindungsgemäß wird mit der Aufgabe des Ziels, den Querschnitt des Kastenprofils unter allen Umständen unverändert zu erhalten, ein zusätzlicher Freiheitsgrad geschaffen, um einen Bruch des Seitenaufprallträgers durch Auftreten überhoher Zugspannungen zu verhindern. Bauteilablösungen werden verhindert, der Verbund der Kraftfahrzeugtür bleibt erhalten und die Gefährdung der Insassen des Kraftfahrzeugs wird so minimiert.

Von besonderer Bedeutung ist die Lehre der Erfindung bei Ausführung des Aufprallträgers als Kastenprofil aus Bandstahl, der durch Abkantung, Walzprofilierung oder Rollprofilierung in die Soll-Querschnittsform gebracht worden ist. Von besonderer Bedeutung ist ferner eine Ausgestaltung der Querwände mit Vorwölbungen nach außen, die ein Faltbeulen der Querwände zur plastischen Verformung in genau vorgegebener Weise ermöglichen.

Im folgenden wird die Erfindung anhand einer lediglich Ausführungsbeispiele darstellenden Zeichnung weiter erläutert. In der Zeichnung zeigt

Fig. 1 schematisch eine Seitentür eines Kraftfahrzeugs mit angedeuteter Einbaulage eines Aufprallträgers der in Rede stehenden Art,

Fig. 2 ein Ausführungsbeispiel eines Aufprallträgers in einer Ansicht "von oben", mit der Einbaulage in gerader, nicht vorgewölbter Ausführung,

Fig. 3 einen Schnitt durch den Aufprallträger aus Fig. 1 entlang der Linie III-III, also in der Mitte,

Fig. 4 in einer Fig. 3 entsprechenden Darstellung einen Aufprallträger anderen Querschnittes,

Fig. 5 in einer Fig. 3 entsprechenden Darstellung einen Aufprallträger anderen Querschnittes,

Fig. 6 in einer Fig. 3 entsprechenden Darstellung einen Aufprallträger anderen Querschnittes, hier gefüllt mit einem Füllmaterial, im normalen Einbaustand,

Fig. 7 den Aufprallträger aus Fig. 6 nach einem geringfügigen Seitenaufprall, Verformung ungefähr 30%,

Fig. 8 den Aufprallträger aus Fig. 6 nach einem starken Seitenaufprall, Verformung etwa 80%,

Fig. 9 ein weiteres Beispiel eines Aufprallträgers in Fig. 3 entsprechender Darstellung mit einer Versteifung der inneren Profilwand,

Fig. 10 in einer Fig. 3 entsprechenden Darstellung ein weiteres Ausführungsbeispiel eines Aufprallträgers mit einer weiteren Form einer Verstärkung der inneren Profilwand,

Fig. 11 in einer Fig. 3 entsprechenden Darstellung ein Aufprallträger aus Bandstahl mehrerer Teilstreifen, verschweißt,

Fig. 12 in einer Seitenansicht den Endbereich eines modifizierten Aufprallträgers mit Auswölbung nach außen,

Fig. 13 den Endbereich des modifizierten Aufprallträgers aus Fig. 12 in einer perspektivischen Ansicht,

Fig. 14 ein weiteres Ausführungsbeispiel eines Aufprallträgers, hergestellt als Strangpressprofil, in perspektivischer Ansicht.

Fig. 1 zeigt eine Kraftfahrzeugtür 1, dargestellt als hintere Seitentür eines Kraftfahrzeugs, als ein Beispiel für den Einsatzbereich eines dort unten liegend dargestellten Aufprallträgers 2, der zur Realisierung eines Seitenaufprallschutzes im Türbereich dient. Fig. 2 zeigt den in Fig. 1 dargestellten Aufprallträger 2 in einer Ansicht von oben (oder von unten), Fig. 3 zeigt den Querschnitt dazu entlang der Linie III-III in Fig. 1. Es versteht sich, daß der Aufprallträger 2 in Fig. 1 nur beispielhaft gerade, exakt in Längsrichtung ausgerichtet und nicht vorgewölbt dargestellt ist. Sehr häufig sind diese Aufprallträger 2 auch in einer Neigungsposition, gewissermaßen "diagonal" im Türkasten der Seitentür eingebaut. All dies ist unter dem Begriff "in Längsrichtung" des Kraftfahrzeugs zu verstehen, der eben nur die Längsausrichtung, nicht die Querausrichtung zur Karosserie des Kraftfahrzeugs bezeichnen soll.

Der Aufprallträger hat insgesamt die Form eines Kastenprofils 2. Er ist in der Kraftfahrzeugtür 1 etwa in Längsrichtung des Kraftfahrzeugs mit beiden Enden so anbringbar, daß eine Profilwand 3, in Fig. 2 die untere Profilwand, zum Innenraum des Kraftfahrzeugs und die gegenüberliegende

Profilwand 4 nach außen weist. Zwischen beiden Profilwänden 3, 4 erstrecken sich im wesentlichen senkrecht zu diesen verlaufende Querwände 5, 6.

Wesentlich für die Erfindung ist nun zunächst, daß die Festigkeiten und/oder Wandstärken des Kastenprofils 2 in den Profilwänden 3, 4, in den Querwänden 5, 6 und in den Übergängen 7 zwischen den Profilwänden 3, 4 und den Querwänden 5, 6 sowie die Querschnittsform des Kastenprofils 2 insgesamt so gestaltet sind, daß die bei einem Aufprall in Querrichtung, also in Pfeilrichtung in Fig. 3 (gültig auch für alle anderen Figuren) auftretende Aufprallenergie wesentlich durch plastisches Zusammendrücken des Kastenprofils 2 in Querrichtung, insbesondere dabei durch plastisches Verformen der Querwände 5, 6 des Kastenprofils 2 aufnehmbar ist, zusätzlich zu der stets auftretenden Längsverformung, die auch der Krafteinleitung in den Rahmen der Seitentür insgesamt dient.

Die Fig. 6, 7 und 8 zeigen an einem bestimmten Kastenprofil 2 den erfindungsgemäß vorgesehenen Vorgang an einem bevorzugten Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Aufprallträgers. Man sieht, wie sich das zunächst im Querschnitt nicht verformte Kastenprofil 2 im Übergang von Fig. 6 auf Fig. 7 um ca. 20% in Querrichtung verkürzt, was einer Verformung von ca. 30% entspricht. Bei einem stärkeren Aufprall mit höheren Aufprallkräften muß mehr Aufprallenergie aufgenommen werden, dann tritt die Verformung bis Fig. 8 ein, Verformung um 80%, Restlänge des verformten Kastenprofils 2 40% der Ursprungslänge in Querrichtung.

Im allgemeinen Teil der Beschreibung ist erläutert worden, welchen Vorteil die erfindungsgemäße Konzeption mit Bezug auf das Bruchverhalten des Aufprallträgers hat. Das gilt insbesondere dann, wenn die Gestaltung des Aufprallträgers dergestalt ist, daß das plastische Zusammendrücken des Kastenprofils 2 in Querrichtung erst einsetzt, wenn bereits eine erhebliche Längsverformung erfolgt ist. In diesem bevorzugten Fall verhält sich der Aufprallträger zunächst wie ein klassischer Aufprallträger mit Kastenprofil 2, zu einem späteren Zeitpunkt der Verformung setzt dann die Wirkung der Querverformung des Kastenprofils 2 in der erläuterten, positiven Weise ein, so daß Bauteilablösungen und der Bruch des Aufprallträgers bestmöglich vermieden werden.

Das hier dargestellte Ausführungsbeispiel eines Aufprallträgers hat ein Kastenprofil 2 mit Außenabmessungen von 20 bis 35 mm, das ist nur beispielhaft zu verstehen, um eine Vorstellung von einer realistischen Größe eines solchen Aufprallträgers für Kraftfahrzeugtüren zu haben.

Die Fig. 6 bis 8 zeigen an dem dort dargestellten Ausführungsbeispiel, daß das plastische Verformen der Querwände 5, 6 dort als gezielt eingesetztes Faltbeulen auftritt. Das Faltbeulen zur Energieumwandlung in Verformungsenergie ist als solches aus dem Stand der Technik bekannt, hat aber auf dem hier in Rede stehenden Fachgebiet bislang keinen Eingang gefunden. Das liegt an den eingangs im allgemeinen Teil der Beschreibung erläuterten Überlegungen.

Die in den Fig. 3 bis 11 dargestellte Querschnittsform eines Aufprallträgers der in Rede stehenden Art hat sich im Prinzip bewährt. Dies zeichnet sich dadurch aus, daß die Querwände 5, 6 von der äußeren Bezugslinie der Profilwände 3, 4 zurückgesetzt sind, so daß sich in den vier Eckenbereichen ohrenartige Übergänge 7 bilden. Die Rücksetzung beträgt im dargestellten Ausführungsbeispiel und nach bevorzugter Ausführung etwa 1/5 bis 1/6 der Höhe der Profilwände 3, 4.

Das zuvor erläuterte besondere Kastenprofil 2 hat sich für Aufprallträger im Grundsatz bewährt, es kommt auf die Gestaltung der ohrenartigen Übergänge 7 und der Querwände

5, 6 an, wie das Verformungsverhalten des Aufprallträgers bei einem Aufprall aussieht.

Die wiederum als Beispiel heranzuziehenden Fig. 6 bis 8 zeigen, daß im dargestellten und insoweit bevorzugten Ausführungsbeispiel die Querwände 5, 6 eine Vorwölbung 8 nach außen aufweisen. Diese sitzt im dargestellten Ausführungsbeispiel und nach bevorzugter Lehre etwa zur Mittelebene des Kastenprofils 2 symmetrisch. Die Vorwölbung 8 nach außen schafft von den ohrenartigen Übergängen 7 ausgehend eine Wellenlinie in jeder Querwand 5, 6, so daß sich eine gezielte, genau vorgebbare Bildung der Falten für das Faltheulen ergibt. Der Übergang von Fig. 6 bis Fig. 8 zeigt wie das gemeint ist.

Die Vorwölbung 8 ist im dargestellten Ausführungsbeispiel etwa bogenförmig, jedoch mit sich veränderndem Bogenradius (Strak), sie kann abgerundet-dreieckig, kreisbogenförmig oder noch anders gestaltet sein. Grundsätzlich wäre es auch möglich, mit zwei oder mehr Vorwölbungen zu arbeiten, wenn das verformungstechnisch realistisch ist.

Die Fig. 6 bis 8 zeigen weiter eine bevorzugte Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Aufprallträgers, die dadurch gekennzeichnet ist, daß hier das Kastenprofil 2 mit einem verdichtbaren Füllmaterial 9 ausgefüllt. Das dargestellte Ausführungsbeispiel zeigt das Füllmaterial 9 als PU-Schaum, der im Normalzustand das Kastenprofil 2 nicht vollständig füllt, nämlich die Innenräume der ohrenartigen Übergänge 7 teilweise freiläßt. Es gibt natürlich viele andere verdichtbare Füllmaterialien 9, beispielsweise auch Metall-/Kunststoff-Verbindungen (Aluminiumschaum o. dgl.). Die Verwendung eines verdichtbaren Füllmaterials 9, insbesondere eines PU-Schaums, macht insbesondere dann Sinn, wenn man bei relativ leichten Fahrezügen und relativ großen Profilquerschnitten mit vergleichsweise geringen Wandstärken des Metallmaterials arbeiten kann. Wenn ohnehin aus anderen Gründen ein Metallmaterial mit großer Wandstärke eingesetzt werden muß, dann bringt der Einsatz von zusätzlichem Füllmaterial 9 nur noch eine relativ geringe prozentuale Verbesserung und rechtfertigt dann die höheren Herstellungskosten häufig nicht. Es kann ohne weiteres vorgesehen werden, das verdichtbare Füllmaterial 9 nur in einem bestimmten, im Falle eines Aufpralls besonders hoch belasteten Bereich des Aufprallträgers einzubringen, wie das für andere Verstärkungen im Stand der Technik bereits bekannt ist.

Grundsätzlich ist es erstrebenswert, daß die Verformung des Kastenprofils 2 in Querrichtung gezielt im Bereich der Querwände 5, 6 und möglichst nicht so sehr im Bereich der Profilwände 3, 4 erfolgt. Dazu kann es sich empfehlen, daß die Querwände 5, 6 eine geringere Wandstärke als die Profilwände 3, 4 aufweisen. Jedenfalls sollte vorgesehen sein, daß die innere Profilwand 3 (Zugseite) einer Längsverformung einen möglichst hohen Widerstand entgegensetzt, so daß sie als "Widerlager" für die Querwände 5, 6 bei einer durch Aufprall bedingten Verlagerung der äußeren Profilwand 4 dienen kann. Fig. 9 zeigt dazu, daß die innere Profilwand 3 eine Längsversteifung 10 aufweist. Im dargestellten Ausführungsbeispiel hat die Längsversteifung 10 die Form einer Versteifungssicke, die in Längsrichtung des Kastenprofils 2 in der inneren Profilwand 3 verläuft. Im Ausführungsbeispiel aus Fig. 10 hat die Längsversteifung 10 die Form einer dickeren Wandstärke des Materials im Bereich der Profilwand 3.

Fig. 11 zeigt eine noch andere Ausführungsform, bei der die Längsversteifung 10 im Bereich der inneren Profilwand dadurch realisiert ist, daß hier ein anderes Material als in den Übergängen 7 und im Bereich der Querwände 5, 6 verwendet wird, nämlich ein Material höherer Festigkeit. Hinsichtlich des Herstellungsverfahrens dazu wird auf die späteren

Ausführungen verwiesen.

Im Grundsatz sind die voranstehenden Erläuterungen unabhängig davon, wie das Kastenprofil 2 des Aufprallträgers hergestellt wird. Das Kastenprofil 2 des Aufprallträgers kann also im Grundsatz wie im Stand der Technik als Aluminium-Strangpressprofil ausgeführt werden.

Die Fig. 3 bis 9 zeigen jedoch zunächst eine bevorzugte Ausführungsform, die dadurch gekennzeichnet ist, daß das Kastenprofil 2 nicht als Aluminium-Strangpressprofil, sondern einstückig aus einem in die Soll-Querschnittsform gebrachten Bandstahl besteht. Die höhere, die bei Bandstahl bei gleicher Wandstärke im Vergleich mit Aluminium erreicht werden kann, läßt sich gerade für den erfindungsgemäßen Aufprallträger sehr positiv nutzen. Auch hinsichtlich des Recycling bietet ein aus Stahl bestehender Aufprallträger erhebliche Vorteile. Wenn der Türkasten aus Stahl gefertigt ist kann der Aufprallträger mit dem Türkasten verschweißt werden, was sehr zweckmäßig ist. Dabei ist es zweckmäßig, daß das Kastenprofil 2 aus vom Coil gezogenem Bandstahl durch Rollformen, also in einem Rollformverfahren, oder durch Walzprofilieren hergestellt wird. Die dargestellten Ausführungsbeispiele zeigen dabei, daß das Kastenprofil 2 durch eine Längsschweißung 11, vorzugsweise eine Laser-Schweißnaht, geschlossen ist, weil das eine noch höhere Steifigkeit in Längsrichtung sowie Torsionssteifigkeit ergibt.

In Fig. 3 kann die Längsschweißung 11 auch von der Profilwand 4 ausgehend erfolgen. Die Fig. 3 und 4 unterscheiden sich lediglich durch die Lage der Längsschweißung 11, das Profil aus Fig. 4 findet sich auch in Fig. 6. Demgegenüber zeigen die Fig. 5, 9, 10, 11 etwas andere Profile.

Beim Profil der Fig. 5, 9, 10, 11 ist vorgesehen, daß die ohrenartigen Übergänge 7 durch eine Abkantung von ca. 180° und eine Rück-Abkantung von ca. 90° gebildet sind. Das kann man mit einem Stahl-Werkstoff hoher Dehnung machen. Natürlich versteht sich in allen Fällen, daß die Vorwölbungen 8 der Fig. 6 bis 8 in den Querwänden 5, 6 vorgesehen sein können bzw. sollen.

Im Gegensatz zu Fig. 5 zeigen Fig. 3, 4 und 6 bis 8 ein Ausführungsbeispiel, für das vorgesehen ist, daß die ohrenartigen Übergänge 7 durch eine Abkantung von ca. 150° bis 165° und eine Rück-Abkantung von ca. 60° bis 75° gebildet sind. Man hat hier etwa 160°/70°, also Biegungen im Übergang 7 mit größeren Radien. Das eignet sich für einen Stahl-Werkstoff höherer Festigkeit, also geringerer Dehnung. Eine dritte, nicht dargestellte Alternative besteht darin, bei einem Werkstoff geringer Dehnung vorzusehen, daß die ohrenartigen Übergänge 7 durch eine Abkantung mit großem Biegeradius über 180° hinaus und eine Rück-Abkantung mit gleichfalls großem Biegeradius über 90° hinaus gebildet sind. Man hat dann schlaufenartige, ebenfalls einen relativ großen Biegeradius zulassende Übergänge 7, sogenannte gerollte Ösen.

Im in den Fig. 6 bis 8 dargestellten Ausführungsbeispiel erkennt man, wie die Verformung des Kastenprofils 2 bei diesem erfindungsgemäßen Aufprallträger abläuft. Zunächst werden die ohrenartigen Übergänge 7 zusammengedrückt. Im dargestellten Ausführungsbeispiel ist das Füllmaterial 9 nicht voll bis in die Übergänge 7 hinein erstreckt. Dies ist aus fertigungstechnischen Gründen dann zweckmäßig, wenn das Füllmaterial 9 als separates Teil, also als eine Art Einsatzstück eingebracht wird. Wenn das Füllmaterial 9 flüssig oder anderweitig verformbar eingebracht wird, dann kann es auch die Übergänge 7 vollständig ausfüllen.

Erst nach Nutzung des Verformungswegs in den Übergängen 7 tritt die Verformung der Querwände 5, 6 im engeren Sinne ein, also das erläuterte Faltheulen. Dieses tritt im

dargestellten Ausführungsbeispiel gezielt auf durch Ausbildung der Vorwölbungen 8 in den Querwänden 5, 6.

Die größere Wandstärke im Bereich der inneren Profilwand 3 beim Ausführungsbeispiel aus Fig. 10 läßt sich durch Verwendung eines speziellen Bandstahls mit entsprechend größerer Wandstärke in diesem Bereich realisieren (tailored coil).

Das Ausführungsbeispiel aus Fig. 11 mit Werkstoffen unterschiedlicher Dehnung und Festigkeit in unterschiedlichen Bereichen läßt sich durch einen Bandstahl realisieren, der in Längsrichtung aus mehreren schmalen Bändern verschweißt und, vorzugsweise, zu einem Coil aufgewickelt ist. Dann kann man in den Übergängen 7 ein Material mit vergleichsweise geringer Festigkeit aber hoher Dehnung, in den Bereichen der Profilwände 3, 4 ein Material hoher Festigkeit und geringer Dehnung und in den Querwänden 5, 6 ein Material einsetzen, das in besonderem Maße für das Faltheulen der Querwände 5, 6 strukturiert ist. Als Alternative kann man auch in den Querwänden 5, 6 hochfestes Material einsetzen, wobei dann die Querverformung auf das Zusammendrücken der Übergänge 7 konzentriert wird und das Verformen der Querwände 5, 6 erst bei sehr viel höheren Belastungen auftritt.

Weiter oben ist bereits erläutert worden, daß das Kastenprofil 2 auch als Aluminium-Strangpreßprofil oder als Profil, das auf andere Weise und aus anderem Material hergestellt worden ist, ausgeführt werden kann.

Fig. 14 zeigt nun ein Ausführungsbeispiel, das dadurch gekennzeichnet ist, daß das Kastenprofil 2 aus zwei miteinander fest verbundenen, insbesondere verschweißten Halbprofilen 12, 13 besteht, wobei ein Halbprofil 12 die innere Profilwand 3 und das andere Halbprofil 13 die äußere Profilwand 4 umfaßt. Mit zwei Halbprofilen 12, 13 kann man insbesondere bei einem Strangpreßprofil erreichen, daß das Kastenprofil 2 insgesamt in Längsrichtung konturgebogen ist, insbesondere nach außen ausgewölbt ist, obwohl das untere Halbprofil 12 gerade verläuft und nur das obere (äußere) Halbprofil 13 entsprechend der Kontur der Kraftfahrzeugtür 1 gebogen ist. Im einzelnen zeigt Fig. 14, daß nach hier bevorzugter Lehre das äußere Halbprofil 13 konturgebogen, also nach außen ausgewölbt, und das innere Halbprofil 12 gerade oder weniger stark gewölbt ist und daß das äußere Halbprofil 13 in Anpassung an das innere Halbprofil 12 beschnitten ist.

Bereits im Stand der Technik ist eine Formgebung wie in Fig. 2 dargestellt realisiert durch Ausklinken der Enden des Kastenprofils 2. Damit sind die Endbereiche in Querrichtung weniger tief als der Mittelbereich. Eine gezielte Querschnittsvergrößerung im beim Aufprall besonders beanspruchten Mittelbereich läßt sich mit dem erfindungsgemäßen Aufprallträger besonders zweckmäßig realisieren. Im einzelnen zeigt dazu Fig. 12, daß man die Verformbarkeit des Kastenprofils 2 in Querrichtung bei einem Aufprall, die erfindungsgemäß realisiert worden ist, ganz gezielt bei der Montage im Endbereich zur Erzielung der passenden Kontur nutzen kann. Man kann also vorsehen, daß das Kastenprofil 2 zumindest an den Enden durch gezielte plastische Verformung in Querrichtung an die Kontur des Einbaureaums in der Kraftfahrzeugtür 1 angepaßt ist. Fig. 12 zeigt was damit gemeint ist. Man erkennt, daß hier eine noch zweckmäßigere und genauere Anpassung an die Kontur des Einbaureaums für den Aufprallträger erzielt werden kann als im Stand der Technik bzw. bei der Darstellung in Fig. 2.

Fig. 13 zeigt eine Ansicht des Endes des eingebauten Kastenprofils 2 aus Fig. 12. Man erkennt, daß hier im Endbereich eine weitgehende Verformung stattgefunden hat, die den erforderlichen Einbaureaum in Querrichtung minimiert. Angedeutet ist, daß man hier am Ende eine Ausklinkung 14

vorsehen kann, um die Befestigungsmutter anbringen zu können, daß es aber auch Befestigungstechniken gibt, bei denen man die Ausklinkung nicht benötigt.

Die zuvor erläuterte Version hat im Endbereich auch einen herstellungstechnischen Vorteil, da großflächige Verformungen fertigungstechnisch einfach und besser herstellbar sind als diese ersetzende weitreichende Ausklinkungen.

Generell gilt, daß auch der erfindungsgemäß vorgesehene Aufprallträger zweckmäßigerweise mit einer Auswölbung nach außen, der Kontur auf der Außenwand der Kraftfahrzeugtür 1 folgend, eingesetzt werden kann. Dadurch, daß der erfindungsgemäße Aufprallträger aus Stahl hergestellt werden kann, korrespondiert die Längenausdehnung des Aufprallträgers zu der Längenausdehnung des regelmäßig ebenfalls aus Stahl hergestellten Türkastens. Im Fertigungsprozeß, insbesondere bei Hochtemperatur-Fertigungsschritten (z. B. bei der Lackierung) ergeben sich also identische Längenveränderungen des Türkastens und des Aufprallträgers. Dieser kann also vorweg mit dem Türkasten fest verbunden werden, es muß hier kein Gleitlager wie bei früheren Aufprallträgern realisiert werden. Überdies ist auch eine Verklebung der Außenhaut mit dem Aufprallträger möglich.

Die letztgenannte Variante mit endseitig gezielt plastisch verformten Bereichen erlaubt es im übrigen, im mittleren, besonders stark belasteten Bereich einen optimal großen Querschnitt des Aufprallträgers zu realisieren.

#### Patentansprüche

1. Aufprallträger für eine Kraftfahrzeugtür (1), insbesondere für eine Seitentür eines Personenkraftwagens, in Form eines Kastenprofils (2), das in der Kraftfahrzeugtür (1) etwa in Längsrichtung des Kraftfahrzeugs mit beiden Enden so anbringbar ist, daß eine Profilwand (3) zum Innenraum des Kraftfahrzeugs und die gegenüberliegende Profilwand (4) nach außen weist, wobei sich zwischen beiden Profilwänden (3, 4) im wesentlichen senkrecht zu diesen verlaufende Querwände (5, 6) erstrecken, dadurch gekennzeichnet, daß die Festigkeiten und/oder Wandstärken des Kastenprofils (2) in den Profilwänden (3, 4), in den Querwänden (5, 6) und in den Übergängen (7) zwischen beiden sowie die Querschnittsform des Kastenprofils (2) insgesamt so gestaltet sind, daß die bei einem Aufprall in Querrichtung auftretende Aufprallenergie zusätzlich zur Längsverformung durch plastisches Zusammendrücken des Kastenprofils (2) in Querrichtung, insbesondere plastisches Verformen der Querwände (5, 6) des Kastenprofils (2), aufnehmbar ist.
2. Aufprallträger nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Gestaltung derart ist, daß das plastische Zusammendrücken des Kastenprofils (2) in Querrichtung erst einsetzt, wenn bereits eine erhebliche Längsverformung erfolgt ist.
3. Aufprallträger nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß das plastische Verformen der Querwände (5, 6) als Faltheulen auftritt.
4. Aufprallträger nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Querwände (5, 6) von der äußeren Begrenzungslinie der Profilwände (3, 4) zurückgesetzt, vorzugsweise um etwa 1/5 bis 1/6 der Höhe der Profilwände (3, 4) zurückgesetzt sind, so daß sich in den vier Eckbereichen ohrenartige Übergänge (7) bilden.
5. Aufprallträger nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Querwände (5, 6) eine vorzugsweise zur Mittelebene des Kastenprofils (2) symmetrische Vorwölbung (8) nach außen aufwei-

sen.

6. Aufprallträger nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Vorwölbung (8) abgerundet-dreieckig, kreisbogenförmig oder bogenförmig mit sich veränderndem Bogenradius ausgeführt ist.

7. Aufprallträger nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß das Kastenprofil (2) mit einem verdichtbaren Füllmaterial (9), insbesondere einem Metall-Schaum oder einem PU-Schaum, ganz oder zum Teil ausgefüllt ist.

8. Aufprallträger nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Querwände (5, 6) eine geringere Wandstärke als die Profilwände (3, 4) aufweisen.

9. Aufprallträger nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die innere Profilwand (3) eine Längsversteifung (10) aufweist, die vorzugsweise ausgeführt ist in Form einer Versteifungssicke, in Form einer größeren Wandstärke und/oder in Form eines Materials höherer Festigkeit.

10. Aufprallträger nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß das Kastenprofil (2) einstückig aus einem durch Abkantung in die Soll-Querschnittsform gebrachten Bandstahl besteht.

11. Aufprallträger nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß das Kastenprofil (2) aus vom Coil gezogenem Bandstahl besteht und, vorzugsweise, durch Rollformen hergestellt ist.

12. Aufprallträger nach Anspruch 10 oder 11, dadurch gekennzeichnet, daß das Kastenprofil (2) durch eine Längsnahtverschweißung (11) geschlossen ist.

13. Aufprallträger nach einem der Ansprüche 10 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß die ohrenartigen Übergänge (7) durch eine Abkantung von ca. 180° und eine Rück-Abkantung von ca. 90° gebildet sind.

14. Aufprallträger nach einem der Ansprüche 10 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß die ohrenartigen Übergänge (7) durch eine Abkantung von ca. 150° bis 165° und eine Rück-Abkantung von ca. 60° bis 75° gebildet sind.

15. Aufprallträger nach einem der Ansprüche 10 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß die ohrenartigen Übergänge (7) durch eine Abkantung mit großem Biegeradius über 180° hinaus und eine Rück-Abkantung mit gleichfalls großem Biegeradius über 90° hinaus gebildet sind (ingerollte Ösen).

16. Aufprallträger nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß das Kastenprofil (2) als Strangpressprofil, insbesondere aus Aluminium, ausgeführt ist.

17. Aufprallträger nach einem der Ansprüche 1 bis 15 oder, insbesondere, nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß das Kastenprofil (2) aus zwei miteinander fest verbundenen, insbesondere verschweißten Halbprofilen (12, 13) besteht, wobei ein Halbprofil (12) die innere Profilwand (3) und das andere Halbprofil (13) die äußere Profilwand (4) umfaßt.

18. Aufprallträger nach einem der Ansprüche 1 bis 17, dadurch gekennzeichnet, daß das Kastenprofil (2) insgesamt in Längsrichtung konturgebogen ist, insbesondere nach außen ausgewölbt ist.

19. Aufprallträger nach den Ansprüchen 17 und 18, dadurch gekennzeichnet, daß das äußere Halbprofil (13) konturgebogen, also nach außen ausgewölbt, und das innere Halbprofil (12) gerade oder weniger stark gewölbt ist und daß das äußere Halbprofil (13) in Anpassung an das innere Halbprofil (12) beschnitten ist.

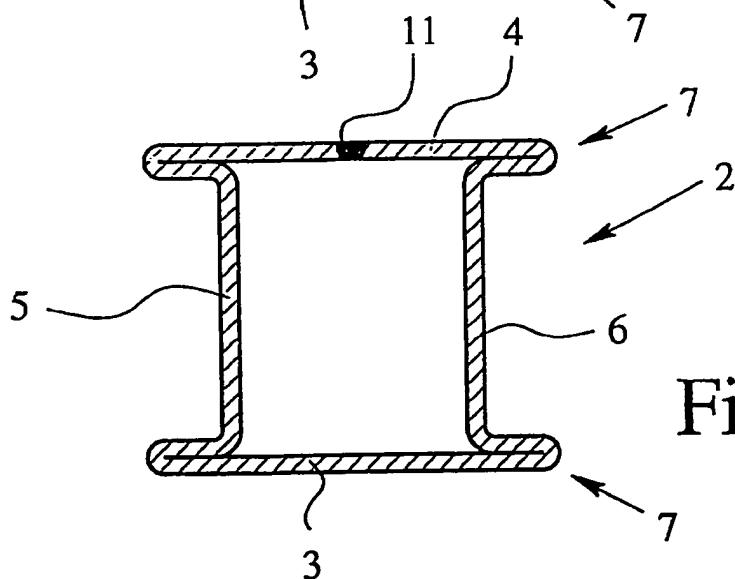
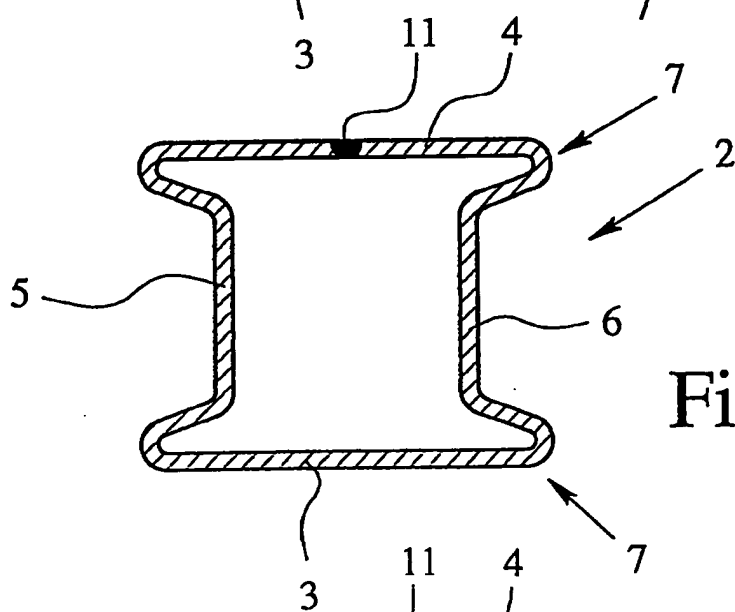
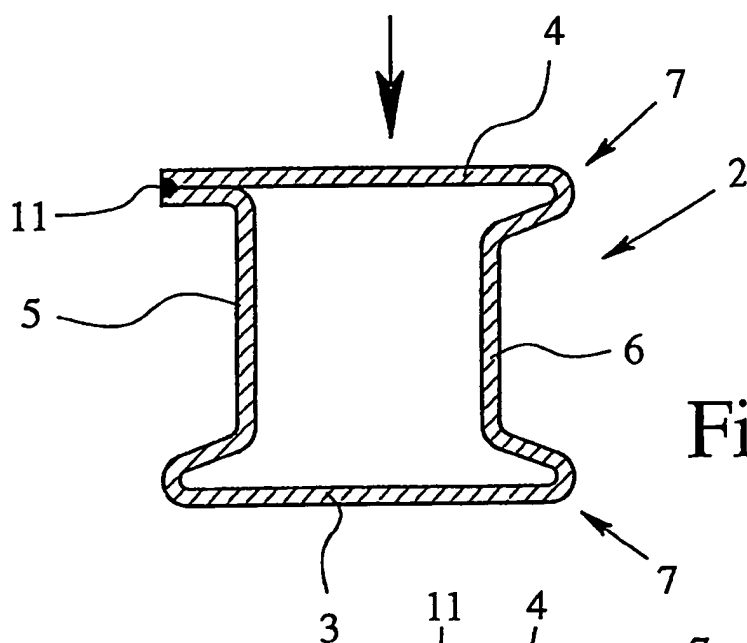
20. Aufprallträger nach einem der Ansprüche 1 bis 19,

dadurch gekennzeichnet, daß das Kastenprofil (2) zumindest an den Enden durch gezielte plastische Verformung in Querrichtung an die Kontur des Einbauraums in der Kraftfahrzeugtür (1) angepaßt ist.

---

Hierzu 6 Seite(n) Zeichnungen

---



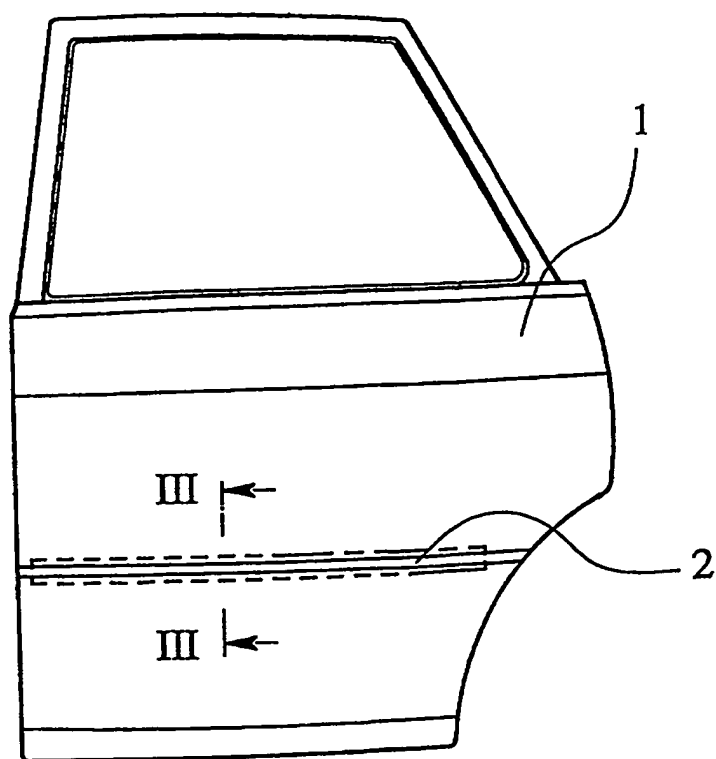


Fig. 1

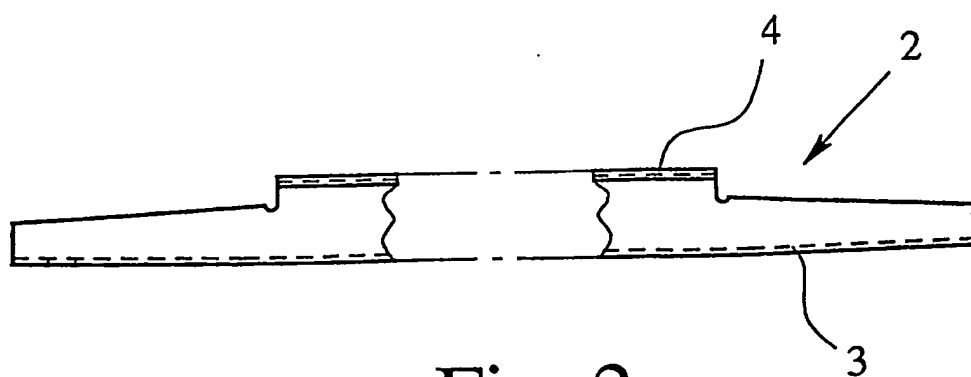


Fig. 2



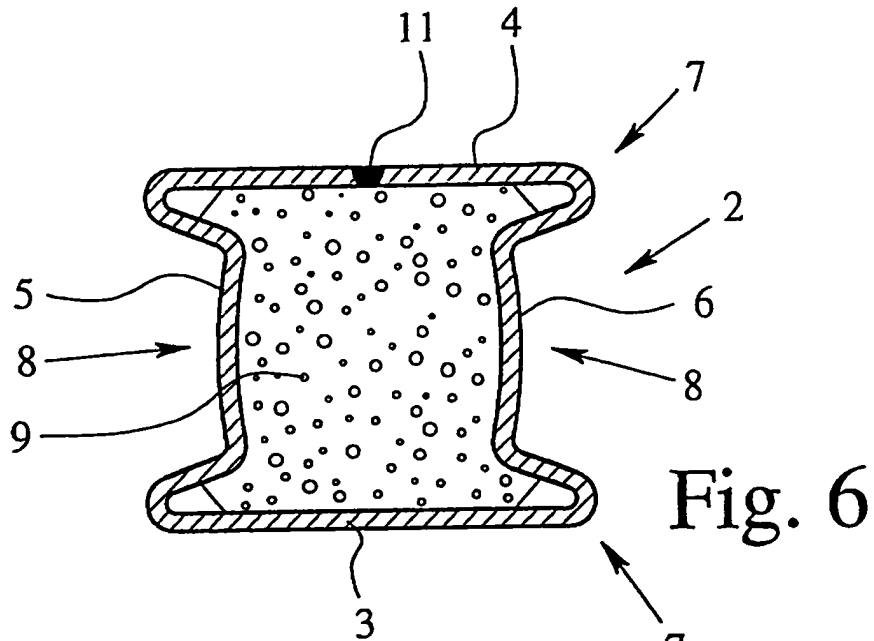


Fig. 6

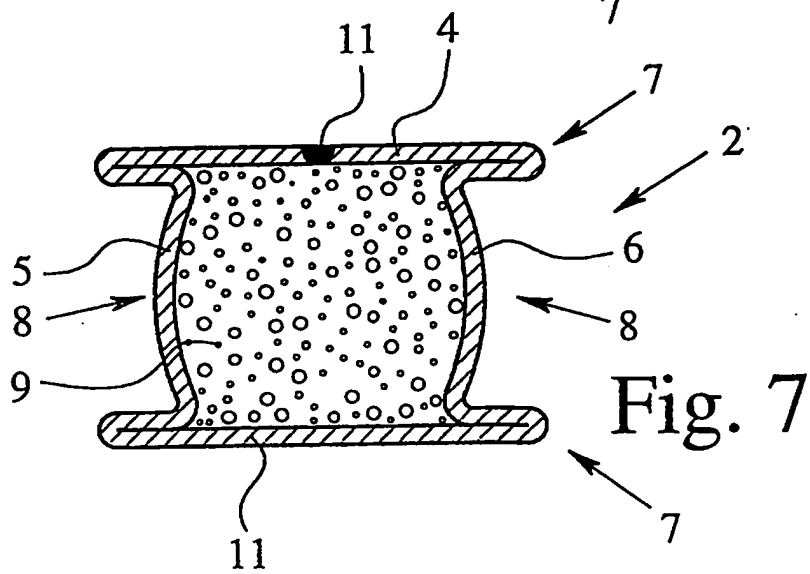


Fig. 7

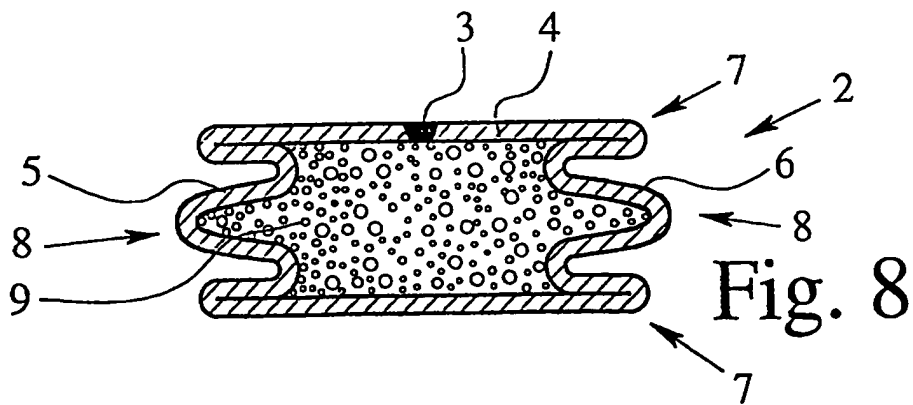


Fig. 8

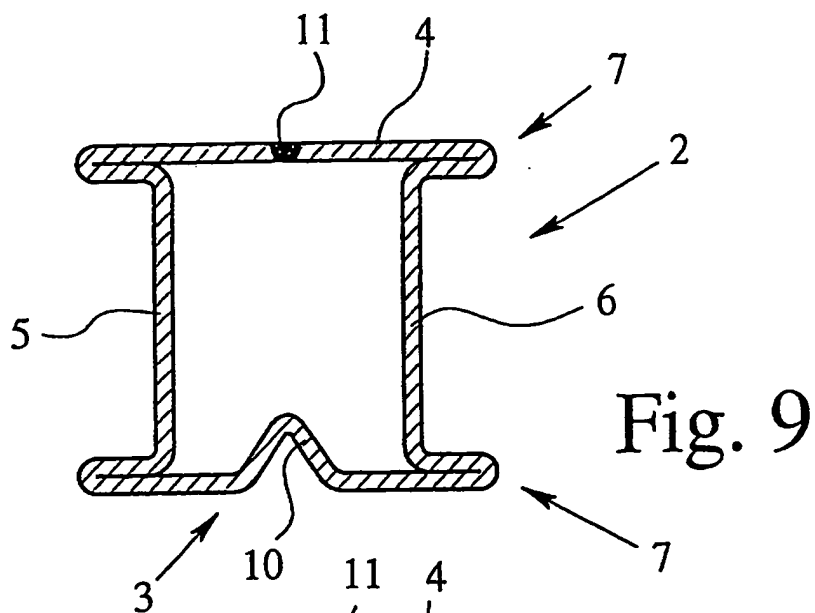


Fig. 9

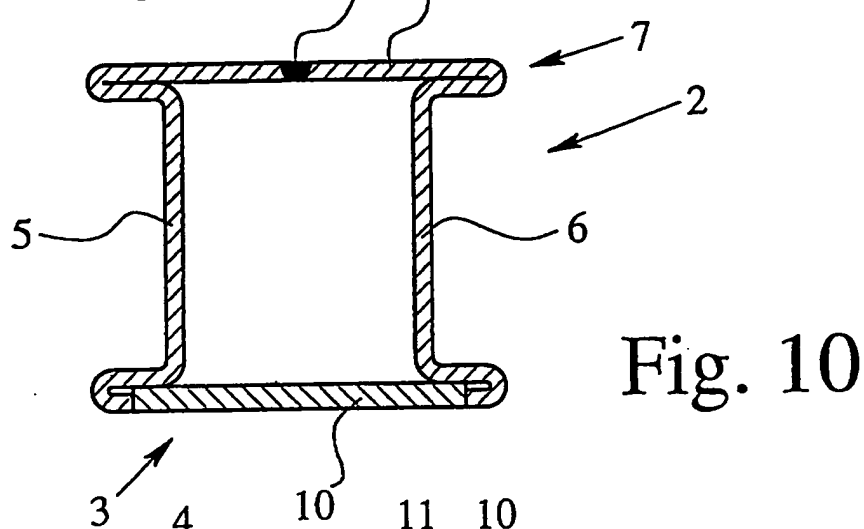


Fig. 10

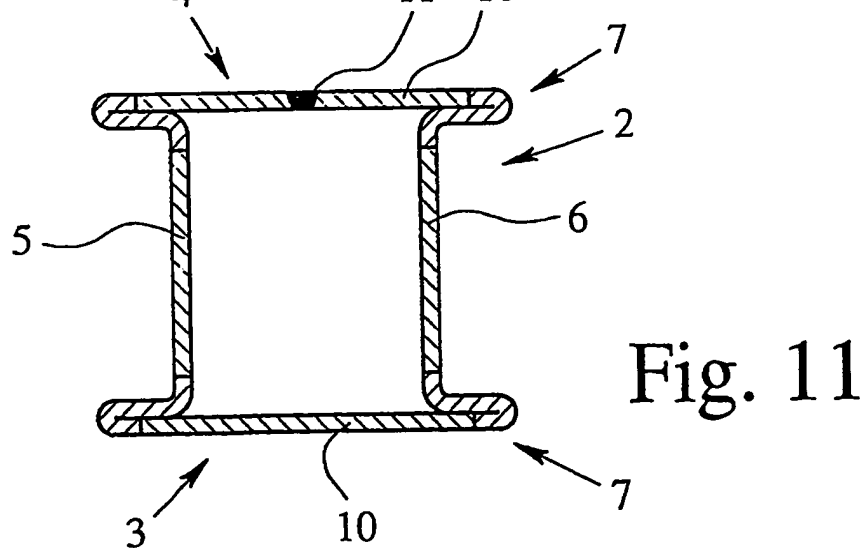


Fig. 11

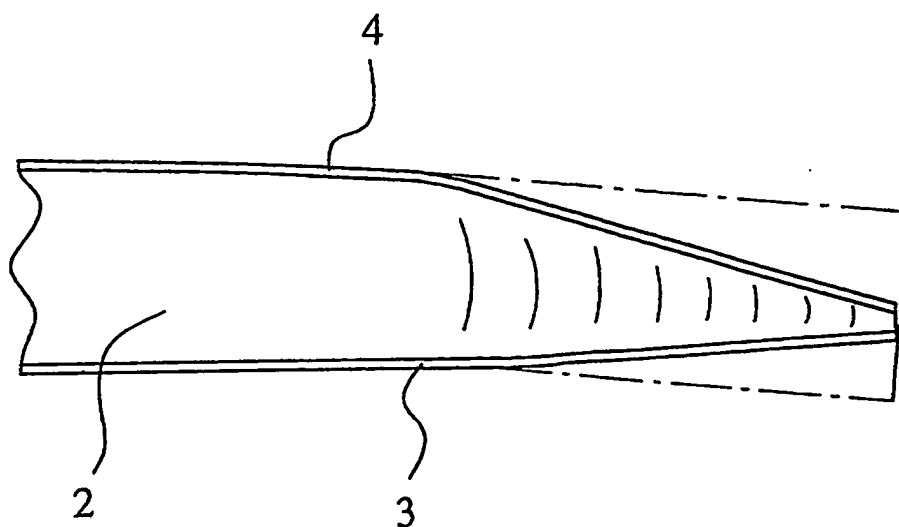


Fig. 12

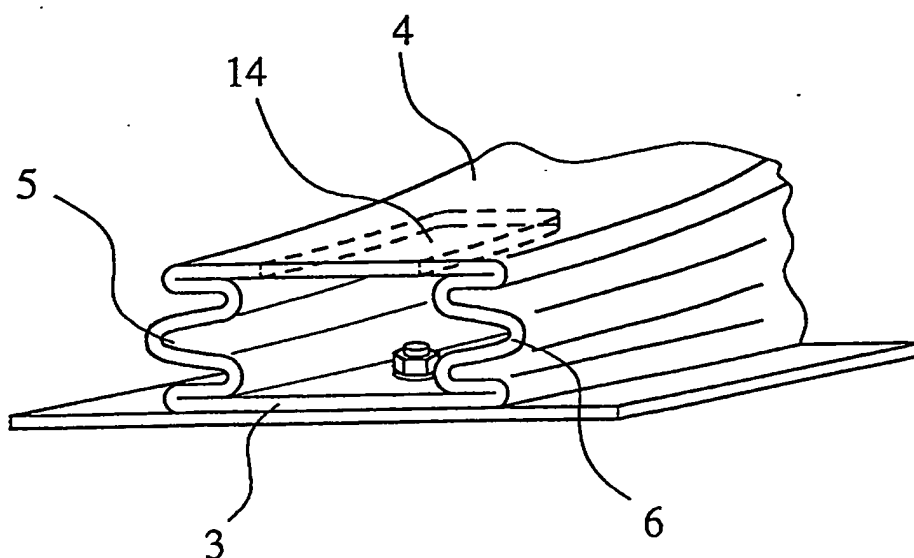


Fig. 13

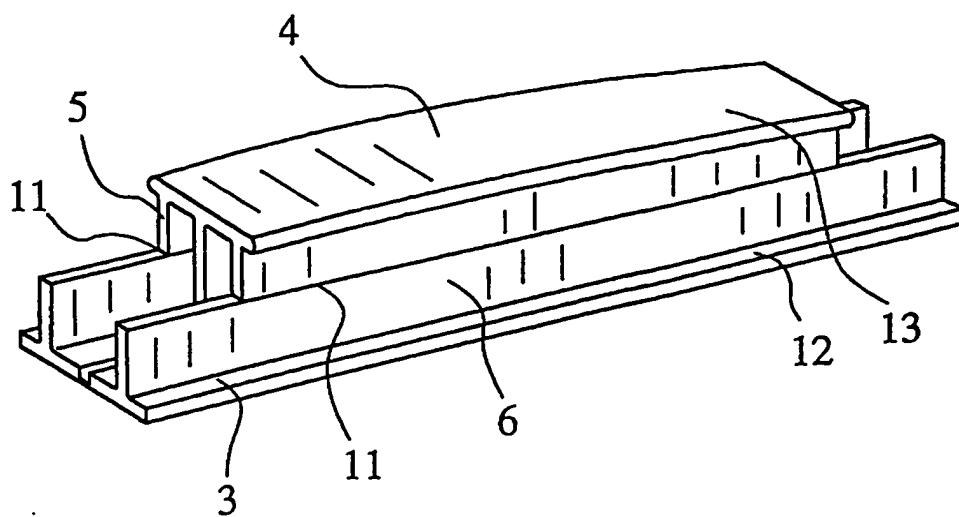


Fig. 14

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☒ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**